

## ⑪ 公開特許公報 (A) 昭63-177248

⑥Int.Cl.<sup>4</sup>  
G 06 F 15/20識別記号 厅内整理番号  
D-7230-5B

③公開 昭和63年(1988)7月21日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全 5 頁)

④発明の名称 シミュレーションシステム

⑤特 願 昭62-9642

⑥出 願 昭62(1987)1月19日

⑦発明者 高梨 和光 東京都中央区京橋2丁目16番1号 清水建設株式会社内

⑧出願人 清水建設株式会社 東京都中央区京橋2丁目16番1号

⑨代理人 弁理士 阿部 龍吉 外2名

## 明細書

## 1. 発明の名称

シミュレーションシステム

## 2. 特許請求の範囲

(1) 単位処理ブロック実行毎に割り込み受け付けステップを有するシミュレーション実行手段、割り込み信号発生手段、単位処理ブロック毎のシミュレーション実行結果を保持するバッファ、シミュレーション実行部に対して割り込み信号を処理しシミュレーションの実行を制御すると共に単位処理ブロック毎のシミュレーション実行結果をバッファに逐次出力する制御手段、バッファに保持したシミュレーション実行結果を出力する出力手段を備えたことを特徴とするシミュレーションシステム。

(2) 割り込み信号発生手段は、センサー及びデータ入力手段からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のシミュレーションシステム。

(3) 出力手段は、シミュレーション実行結果をグラフィック表示する表示出力手段と表示映像を

記録するビデオ記録手段からなることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のシミュレーションシステム。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、シミュレーション実行の中途において外的条件の付加等、シミュレーション実行の変更を可能にしたシミュレーションシステムに関する。

## (従来の技術)

最近、コンピュータによるシミュレーションへの関心が航空宇宙、原子力、建設、機械、造船や化学工業等の分野で高まっている。シミュレーションとは、複雑な挙動を示す現象をコンピュータを用いて解析することである。これらのシミュレーションによってより合理的で且つ経済的な機械や構造物の設計が可能となり、さらには現象の予測等にも利用することができる。そして、建設業では、環境アセスメントを行う場合にもシミュレーションを適用している。

このようなシミュレーションには、例えば流体分野では流体解析シミュレーション、構造分野では構造解析シミュレーションや地盤解析シミュレーション等がある。

第4図はシミュレーションシステムの構成概要を示す図、第5図はシミュレーションプログラムの構成例を示す図、第6図は時々刻々の変化を求める解析プログラムの処理の流れを説明するための図である。

シミュレーションシステムは、第4図に示すようにシミュレーションプログラム1-1に初期条件やバラメータその他のシミュレーションデータがセットされると、コンピュータ1-2がそのシミュレーションプログラムを実行する。そしてその結果がグラフィックワークステーション1-3で処理されてCRT1-4にグラフィック表示される。

一般にシミュレーションプログラムは、例えば岩盤シミュレーションでは第5図に示すように構成される。はじめに、ヤング係数、ボアン比等の物性値形状データを有限要素法、差分法や境界

要素法等の離散化手法によってモデル化し、弾性や弾塑性等の解析プログラムによって変位、応力や歪等の物理量の時々刻々の変化を求め、その結果を図化するものである。

その処理の流れを示したのが第6図である。

例えば岩盤解析プログラムでは、第6図に示すようにまず、物性値形状データを初期条件として読み込み、しかる後に岩盤の状態毎に各ステップの計算や荷重や強制変位等の境界条件の読み込みを最終時刻に達するまで繰り返して行う。そして最終時刻に達するまで処理が行われると、その最終結果を出力する。

#### 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、第6図に示す処理の流れで代表されるように、従来のシミュレーションシステムでは、最終時刻に達するまでシミュレーション処理を繰り返し行ってからその最終結果を出力するものであるため、シミュレーションの実行状況を見ながらその中途において岩盤の壊れ等条件設定の変更や荷重や強制変位等の新たな外的条件の付加等、

モデル化の変更等シミュレーション実行の変更を行うことはできない。仮にシミュレーションの中途から条件設定の変更や新たな外的条件の付加等を行おうとすると、従来のシミュレーションシステムでは、最終結果の出力を見て中途から行おうとする条件設定の変更や新たな外的条件の付加等に対応してシミュレーションプログラムを組み直すことが必要であった。実際、長いシミュレーション処理の中でシミュレーションの現象に合わせて適切なシミュレーションプログラムの組み直しを行うことは至難の技である。これは、シミュレーションの再実行となるものであり、特にシミュレーションが長時間に及ぶ場合には、再実行にかける時間的な損失もはかりしれないものである。

本発明は、上記の問題点を解決するものであって、シミュレーションの実行途中において適宜条件設定の変更、新たな外的条件の付加等を行うことができるシミュレーションシステムの提供を目的とするものである。

#### 〔問題点を解決するための手段〕

そのため本発明のシミュレーションシステムは、単位処理ブロック実行毎に割り込み受け付けステップを有するシミュレーション実行手段、割り込み信号発生手段、単位処理ブロック毎のシミュレーション実行結果を保持するバッファ、シミュレーション実行部に対して割り込み信号を処理しシミュレーションの実行を制御すると共に単位処理ブロック毎のシミュレーション実行結果をバッファに逐次出力する制御手段、バッファに保持したシミュレーション実行結果を出力する出力手段を備えたことを特徴とするものである。

#### 〔作用〕

本発明のシミュレーションシステムでは、高速処理コンピュータを使ってシミュレーションを行うと、シミュレーションの実行に従ってリアルタイムにシミュレーション実行結果が出力手段から出力される。他方、シミュレーション実行手段が単位処理ブロック実行毎に割り込み受け付けるので、出力内容を見て割り込みをかけると、出力内

容に応じたシミュレーション実行の変更を行うことができる。

(実施例)

以下、図面を参照しつつ実施例を説明する。

第1図は本発明に係るシミュレーションシステムの1実施例を説明するための図、第2図はバッファのシミュレーションデータ保持例を示す図、第3図は本発明に係るシミュレーションシステムによる処理の流れを説明するための図である。

第1図において、1はシミュレーション処理部、2は制御部、3は条件設定部、4はセンサー、5はデータ入力部、6はバッファ、7は表示制御部、8はCRT、9はVTR、10はライトペンを示す。シミュレーション処理部1は、各種のシミュレーションを行う例えばシミュレーションプログラムで構成され、各シミュレーションを単位処理ブロック実行毎に割り込み可能な構成とするものである。条件設定部3は、シミュレーションを行うための初期条件を設定しておくものである。センサー4は、シミュレーションに関連する動的情

報を入力するものであり、データ入力部5は、条件設定部3に設定する内容の入力やシミュレーションの中途における割り込み指示及びその内容を入力するものであり、ライトペン10は、CRT8の画面上からデータを入力するものである。制御部2は、シミュレーション処理部1に対して条件設定部3の内容の読み込みや起動を制御すると共に、センサー4、データ入力部5やライトペン10からのデータ等の入力処理及びそれに伴うシミュレーション処理部1への割り込み制御を行い、さらにはシミュレーション結果のバッファ6への出力処理を行うものである。バッファ6は、制御部2から単位処理ブロック実行毎のシミュレーション結果が送出されると、第2図に示すように単位処理ブロック実行のシミュレーション結果1、1+1、1+2を一時保持するものであり、その保持した内容が表示制御部7によって読み出されCRT8に表示される。また、VTR7は、CRT8にグラフィック表示されるシミュレーション結果の映像を記録しておくものである。

次に各シミュレーションの構成を説明する。先に述べたようにシミュレーション処理部1は、それぞれが単位処理ブロック実行毎に割り込み処理可能な構成となっており、全体としては第3図(回)に示すように単位処理ブロックのシミュレーション→割り込み処理→単位処理ブロックのシミュレーション→…の繰り返しで実行される。この割り込み処理としては、実行中のシミュレーションにおける条件設定の変更や新たな外的条件の付加等を行い、或いは他のシミュレーションの実行、例えばシミュレーション1からシミュレーション2への実行移行等を行う。従って、各シミュレーション処理部1では、例えば第3図間に示すように各ステップの計算や境界条件の読み込みの前に割り込み処理のステップを挿入し、割り込みがあった場合には、制御部2でその割り込みを解析して所定の処理への移行や処理の変更を行う。そして、単位処理ブロックのシミュレーション毎にシミュレーション結果を出力する。

次にシミュレーションシステム全体の流れを説

明する。条件設定部3に所定の初期条件が設定され、データ入力部5から実行命令が入力されると、制御部2は、所定のシミュレーション処理部1に対して設定された初期条件を読み込んで起動指令を発行する。単位処理ブロックのシミュレーション毎の割り込みステップで制御部2は、センサー4、データ入力部5やライトペン10から割り込み条件が入力されているか否かをチェックし、割り込みがなければ次のシミュレーションステップを続行させる。他方、単位処理ブロックのシミュレーション結果が制御部2からバッファ6に出力され、表示制御部7を通してCRT8にグラフィック表示される。

例えばCRT8に表示された時々刻々変化するシミュレーション結果を見ながら条件設定の変更、新たな外的条件の付加等を行う場合には、データ入力部5或いはライトペン10を使って割り込みをかけ、所望のデータを入力する。このような操作が行われた場合、制御部2は、割り込みステップでこれを処理する。また、センサー4により予

め設定された所定の状況変化があった場合にも制御部2がこれを監視しつつ所定の処理を行う。また、制御部2は、データ入力部5或いはライトペン10を使った割り込みを処理する際、表示制御部7を通してその時点におけるCRT8の画面を調べ、CRT8の画面と割り込みの発生との時間的一致を取って処理する。従って、例えば岩盤解析を行いそのシミュレーション結果を見ながらある状況で熱流体解析も併せて行うようにすることもできる。このように幾つかのシミュレーションプログラムを移行制御して実行させるようとする場合には、例えば同一の離散化手法が採用される。従来は、このような場合、予めシミュレーションプログラムに全てを組み込むことが必要であったため、その作成に高度な技術と経験を要した。

なお、本発明は、上記の実施例に限定されるものではなく、種々の変形が可能である。例えば上記の実施例では、CRT8の表示画面からデータ等を入力する手段としてライトペンを使ったが、マウス、ジョイスティック等のポインティングデ

バイスやキー入力部5のカーソルキーその他のデータ入力手段を用いててもよい。また、シミュレーション結果の出力には、CRTでなくXYプロットその他の出力手段を用いててもよいことはいうまでもない。

#### (発明の効果)

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、シミュレーションの時々刻々の状況を画面で見ながら、その状況の変化に応じたシミュレーションの実行変更が可能になり、シミュレーションの効率的な活用を図ることができる。また、シミュレーションの中途からシミュレーションの実行変更ができるので、動的なシミュレーションが可能となる。特に、本発明は、スーパーコンピュータのような高速処理コンピュータを使用するとシミュレーションの実行と割り込みの発行とをリアルタイムに結合できるので、シミュレーション実行結果の時々刻々の出力を見ながら自由に新たな条件を付加したシミュレーションに移行させることができ、シミュレーションの効率的な活用を図

ることができる。

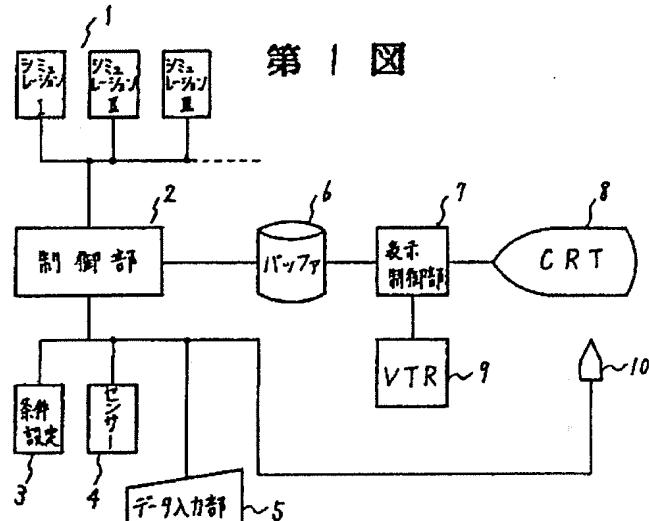
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るシミュレーションシステムの1実施例を説明するための図、第2図はバッファのシミュレーションデータ保持例を示す図、第3図は本発明に係るシミュレーションシステムによる処理の流れを説明するための図、第4図はシミュレーションシステムの構成概要を示す図、第5図はシミュレーションプログラムの構成例を示す図、第6図は解析プログラムの処理の流れを説明するための図である。

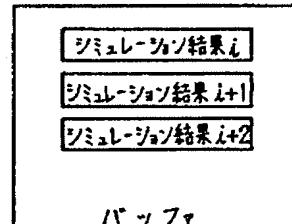
1…シミュレーション処理部、2…制御部、3…条件設定部、4…センサー、5…データ入力部、6…バッファ、7…表示制御部、8…CRT、9…VTR、10…ライトペン。

出願人 清水建設株式会社

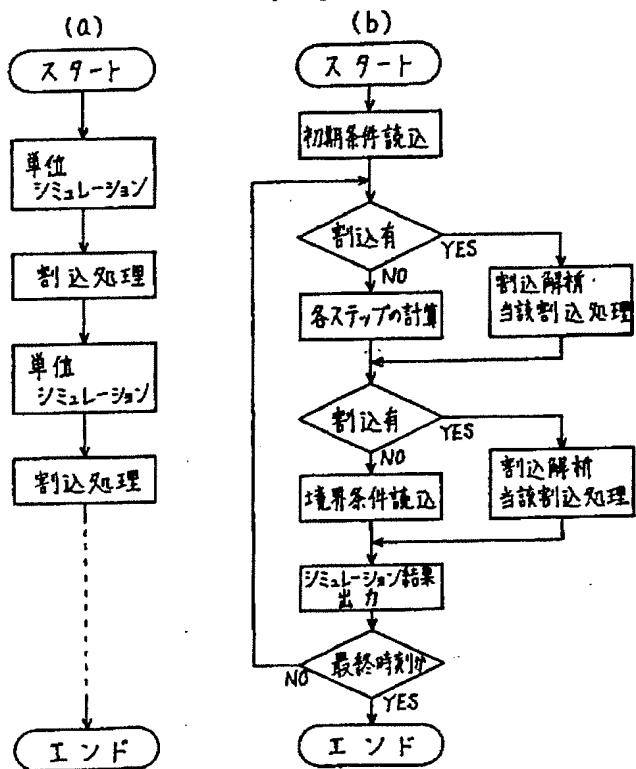
代理人：弁理士 阿部龍吉（外2名）



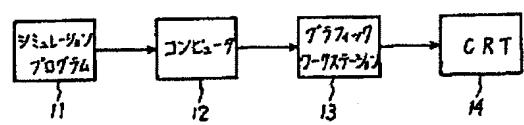
第2図



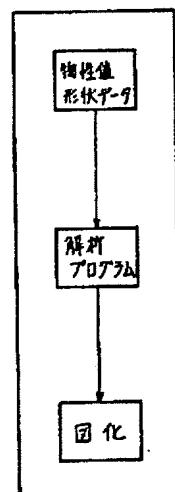
第3図



第4図



第5図



第6図

